

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-247895

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F02D 45/00	366	H		
		B		
	314	K		
41/18		H		
		B		

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全15頁)

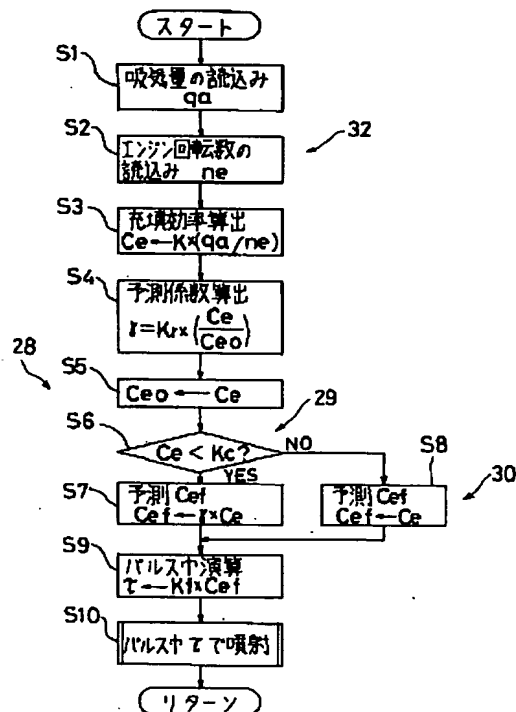
(21) 出願番号	特願平6-158316	(71) 出願人	000003137 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)7月11日	(72) 発明者	南谷 邦公 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平6-5052	(72) 発明者	吉岡 浩見 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
(32) 優先日	平6(1994)1月21日	(72) 発明者	堀 保義 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 前田 弘 (外2名)

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【目的】 エンジン1の吸気行程終了前にホットワイヤ式エアフローセンサ12により実測した吸入空気量 q_a から求められる空気充填効率 C_e の変化率から予測係数 γ を算出し、この予測係数 γ を基に吸気行程終了時の空気充填効率 C_{ef} を予測演算するに当たり、エンジン1の高負荷時に予測される予測空気充填効率 C_{ef} が吸気脈動に伴い増幅されて空燃比が大きくなりすぎるのを防止する。

【構成】 吸気脈動の大きくなるエンジン1の高負荷域では、空気充填効率 C_{ef} の予測演算自体を禁止するか、或いは予測係数 γ_2 を低負荷時のそれ γ_1 よりも小さくする。



【特許請求の範囲】

1 【請求項 1】 エンジンへ吸入される空気量を検出する空気量検出手段と、該空気量検出手段により吸気行程終了前に実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を演算により予測する空気量予測手段とを備えたエンジンの制御装置において、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあることを検出する運転状態検出手段と、上記運転状態検出手段により、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が検出されたとき、上記空気量予測手段による空気量の予測演算を制限する制限手段とを設けたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のエンジンの制御装置において、制限手段は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では空気量の予測演算を禁止するものであることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載のエンジンの制御装置において、空気量予測手段は、吸気行程終了前に空気量検出手段により実測された空気量の変化率を基に予測係数を算出して吸気行程終了時の空気量を演算するものであり、制限手段は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では空気量の変化率から算出される予測係数を、吸気脈動が所定値よりも小さいエンジン運転状態よりも小さく補正するように構成されていることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 4】 エンジンへ吸入される空気量を検出する空気量検出手段と、吸気行程終了前に上記空気量検出手段により実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を演算により予測する空気量予測手段と、該空気量予測手段により予測された空気量に基づいて所定の制御量を制御する制御手段とを備えたエンジンの制御装置において、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあることを検出する運転状態検出手段と、上記運転状態検出手段により吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が検出されたとき、上記制御手段が空気量予測手段により予測された空気量に基づいて制御量を制御することを禁止する制限手段とを設けたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載のエンジンの制御装置において、制御手段は、空気量予測手段により予測された空気量に基づいてエンジンへの燃料噴射量を制御するものであることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 又は 4 記載のエンジンの制御装置において、空気量検出手段は、ホットワイヤ式エアフローセンサを備えたものであることを特徴とするエンジンの制御装

置。

【請求項 7】 請求項 1 又は 4 記載のエンジンの制御装置において、運転状態検出手段は、エンジンの負荷を検出する負荷検出手段であり、

制限手段は、上記負荷検出手段によりエンジンの高負荷域が検出されたとき、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成されていることを特徴とするエンジンの制御装置。

10 【請求項 8】 請求項 1 又は 4 記載のエンジンの制御装置において、制限手段は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段により検出されたとき、該検出時点から所定時間の経過後に、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成されていることを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載のエンジンの制御装置において、

制限手段は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段により検出されたとき、空気量検出手段により検出された空気量と、該空気量をエンジンの吸気系の容積に関連付けてなまし補正したなまし空気量との差が所定値以下になると、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成されていることを特徴とするエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 この発明は、エンジンの制御装置に関し、特に、エンジンの吸気行程終了時の空気量をそれよりも前の実測値を基に予測するようにしたものの改良に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 一般に、燃料噴射式エンジンにおいては、エンジンに吸入される吸入空気量をエアフローセンサにより検出して、この吸入空気量に基づいて空気充填効率を算出し、この充填効率に対応した基本燃料噴射量を決定してそれを補正した後、燃料噴射弁から噴射させるようになされている。

【 0 0 0 3 】 その場合、エンジンの吸気行程終了時にエアフローセンサにより検出された空気量を用いると、燃料噴射量の演算や燃料噴射弁からの実際の燃料噴射に間に合わないため、吸気行程終了前に検出された空気量が使用される。しかし、このように吸気行程終了前の空気量を用いると、エンジンの定常状態ではさほど問題はないが、加減速時等の過渡状態では、空気量の検出後の吸気行程終了時に空気量に変化することがあり、エンジンへの空気量を正確に検出しているとは言い難い。

【 0 0 0 4 】 そこで、従来、特公昭 6 3 - 8 2 9 6 号公報に示されるように、吸気行程終了前にエアフローセンサで検出した空気量の変化率を基に予測係数を算出して

吸気行程終了時の空気量を予測演算し、この予測空気量に基づいて各種の制御量を制御するようにすることが提案されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この提案のもので問題が全くないわけではない。すなわち、エンジンの気筒には間欠的に空気が吸入されるので、この吸気の脈動に伴い、エアフローセンサの検出信号にも脈動成分が生じ、特に応答性の良いホットワイヤ式のものでは顕著となる。そして、エアフローセンサの検出信号に予測係数を掛ける際、その脈動分に対しても予測係数が掛けられる結果、脈動がさらに増幅されて、却って予測空気量が不正確となり、例えば燃料噴射量の誤差により空燃比の変動が大きくなってエミッション性能が低下する等の問題がある。

【 0 0 0 6 】本発明は斯かる諸点に鑑みてなされたもので、その目的は、実測の吸入空気量に基づいて吸気行程終了時の空気量を予測するときの予測条件又はその予測値の使用条件を特定するようにすることにより、エンジンの高負荷時に予測される予測値が吸気脈動に伴い増幅されて空燃比が大きくなりすぎるのを効果的に防止しようとするにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成すべく、請求項 1 の発明では、吸気脈動の大きくなるエンジンの高負荷時等については、吸気行程終了前の実測値を基にした空気量の予測演算を制限するようにした。

【 0 0 0 8 】すなわち、この発明では、図 1 に示すように、エンジン 1 へ吸入される空気量を検出する空気量検出手段 3 2 と、該空気量検出手段 3 2 により吸気行程終了前に実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を演算により予測する空気量予測手段 2 8 とを備えたエンジンの制御装置が前提である。

【 0 0 0 9 】そして、エンジン 1 の吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあることを検出する運転状態検出手段 2 9 と、この運転状態検出手段 2 9 により吸気脈動の所定値以上となるエンジン運転状態が検出されたとき、上記空気量予測手段 2 8 による空気量の予測演算を制限する制限手段 3 0 とを設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】請求項 2 の発明では、具体的に、上記制限手段 3 0 は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では、空気量の予測演算を禁止するものとする。

【 0 0 1 1 】また、請求項 3 の発明では、空気量予測手段 2 8 は、吸気行程終了前に空気量検出手段 3 2 により実測された空気量の変化率を基に予測係数を算出して吸気行程終了時の空気量を演算するものとし、その上で、制限手段 3 0 は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では、空気量の変化率から算出される予測係数を、吸気脈動が所定値よりも小さいエンジン運転状態の

それよりも小さく補正するように構成されているものとする。

【 0 0 1 2 】請求項 4 の発明では、請求項 1 の発明と同様に、エンジン 1 へ吸入される空気量を検出する空気量検出手段 3 2 と、吸気行程終了前に上記空気量検出手段 3 2 により実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を演算により予測する空気量予測手段 2 8 とを備えるとともに、該空気量予測手段 2 8 により予測された空気量に基づいて所定の制御量を制御する制御手段 3 1 を備えたエンジンの制御装置において、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあることを検出する運転状態検出手段 2 9 を設ける。そして、この運転状態検出手段 2 9 により、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が検出されたとき、上記制御手段 3 1 が空気量予測手段 2 8 により予測された空気量に基づいて制御量を制御することを禁止する制限手段 3 0 を設ける。

【 0 0 1 3 】請求項 5 の発明では、上記制御手段 3 1 は、空気量予測手段 2 8 により予測された空気量に基づいてエンジン 1 への燃料噴射量を制御するものとする。

【 0 0 1 4 】請求項 6 の発明では、上記空気量検出手段 3 2 は、ホットワイヤ式エアフローセンサを備えたものとする。

【 0 0 1 5 】請求項 7 の発明では、上記請求項 1 又は 4 の発明において、運転状態検出手段 2 9 は、エンジン 1 の負荷を検出する負荷検出手段とする。そして、制限手段 3 0 は、上記負荷検出手段によりエンジン 1 の高負荷域が検出されたとき、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成する。

【 0 0 1 6 】請求項 8 の発明では、請求項 1 又は 4 記載の発明において、制限手段 3 0 は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段 2 9 により検出されたとき、その検出時点から所定時間の経過後に、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成されているものとする。

【 0 0 1 7 】この場合、請求項 9 の発明では、制限手段 3 0 は、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段 2 9 により検出されたとき、空気量検出手段 3 2 により検出された空気量と、該空気量をエンジン 1 の吸気系の容積に関連付けてなまし補正したなまし空気量との差が所定値以下になると、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するように構成する。

【 0 0 1 8 】

【作用】上記の構成により、請求項 1 の発明では、エンジン 1 の運転状態が吸気脈動の所定値以上となる運転状態にないときには、空気量予測手段 2 8 において吸気行程終了前に空気量検出手段 3 2 により実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量が予測演算される。

10

20

30

40

50

【0019】これに対し、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあると、そのことが運転状態検出手段29により検出され、この運転状態検出手段29の出力信号を受けた制限手段30により、上記空気量予測手段28による空気量の予測演算が制限される。こうして吸気脈動が大きくなるエンジン1の運転状態では、吸気行程終了前の実測空気量に基づく吸気行程終了時の空気量の予測演算が制限されるので、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅されて空気量の予測値が大きく変化するのを防止することができ、よって空燃比のずれ等を効果的に抑制することができる。

【0020】請求項2の発明では、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では、制限手段30により空気量の予測演算が禁止される。このため、このエンジン運転状態では、吸気行程終了時の空気量の予測演算が全く行われなくなり、空気量の予測値が大きく変化するのを確実に防止することができる。

【0021】請求項3の発明では、吸気脈動が所定値以上となるエンジン1の運転状態にあるとき、空気量検出手段32により検出された実測の空気量の変化率から算出される予測係数が、吸気脈動の所定値未満となるエンジン1の運転状態で同様に算出される予測係数よりも小さく補正される。このため、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では、その他の運転状態に比べ、予測演算によって吸気脈動が増幅され難くなり、空気量の予測を精度良く行って、その予測値が大きく変化するのを防止できる。

【0022】請求項4の発明では、請求項1の発明と同様に、エンジン1が吸気脈動の所定値以上となる運転状態にないときには、空気量予測手段28において吸気行程終了前に空気量検出手段32により実測された空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量が予測演算され、この空気量予測手段28により予測された空気量に基づいて所定の制御量が制御手段31で制御される。

【0023】これに対し、エンジン1が吸気脈動の所定値以上となる運転状態にあると、そのことが運転状態検出手段29により検出され、この運転状態検出手段29の出力信号を受けた制限手段30により、上記制御手段31において空気量予測手段28により予測された空気量に基づいて制御量を制御することが禁止される。こうして吸気脈動が大きくなるエンジン1の運転時には、吸気行程終了前の実測空気量に基づく吸気行程終了時の空気量の予測演算は実行されるものの、その予測値を使用することが禁止されるので、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅された予測値の使用により制御量が大きく変化するのを防止することができる。

【0024】請求項5の発明では、上記制御手段31が、空気量予測手段28により予測された空気量に基づいてエンジン1への燃料噴射量を制御するものであるので、制御量としての燃料噴射量を精度良く算出して空燃

比のふらつきを防止でき、エンジン1のエミッション性能を向上させることができる。

【0025】請求項6の発明では、空気量検出手段32は、ホットワイヤ式エアフローセンサを備えたものであるので、この応答性の良いエアフローセンサにより吸気脈動が顕著に検出されたとしても、その吸気脈動の増幅は防止され、有効な効果が得られる。

【0026】請求項7の発明では、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態はエンジン1の高負荷域であり、エンジン1が高負荷域にあると、そのことが、運転状態検出手段29としての負荷検出手段により検出され、制限手段30によって空気量の予測演算が制限され、又は制御量の制御が禁止される。このため、吸気脈動が大きくなるエンジン1の高負荷時には、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅されて空気量の予測値が大きく変化するのを防止し、或いは吸気脈動が増幅された予測値の使用により制御量が大きく変化するのを防止することができる。

【0027】請求項8の発明では、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段29により検出されると、その検出時点から所定時間が経過した後に初めて、制限手段30が作動し、空気量の予測演算が制限され又は制御量の制御が禁止される。このため、例えば空気量に基づいて燃料噴射量等を制御する場合、検出時点から直ちに制限手段30が作動して空気量の予測演算が制限され又は制御量の制御が禁止されるのに比べ、この予測制限等に伴って燃料噴射量が急激に変化することはなく、エンジン1の出力等の急変を回避して違和感を防止することができる。

【0028】請求項9の発明では、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が運転状態検出手段29により検出されたとき、空気量検出手段32により検出された空気量と、その空気量をエンジン1の吸気系の容積に関連付けて補正したなまし空気量との差が所定値以下になると、制限手段30により、空気量の予測演算が制限され又は制御量の制御が禁止される。従って、上記エンジン出力等の急変を回避して違和感を防止する効果が精度よく得られる。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例を図2以下の図に基づいて説明する。

(実施例1) 図4は本発明の実施例1に係るエンジンの制御装置を示す。1はエンジンで、このエンジン1は、複数の気筒2、2、…(1つのみ図示する)を有するシリンダブロック3と、そのシリンダブロック3の上面に組み付けられたシリンダヘッド4と、各気筒2内に往復動可能に嵌挿されたピストン5とを備え、各気筒2内にはピストン5及びシリンダヘッド4により囲まれる燃焼室6が形成されている。7は気筒2内の燃焼室6上部に臨設された点火プラグで、この点火プラグ7は、後述の

コントロールユニット25からの点火信号を受けて高圧の2次電圧を発生する点火コイル8にディストリビュータ9を介して接続されている。

【0030】11は上記各気筒2内の燃焼室6に吸気(空気)を供給する吸気通路で、この吸気通路11の上流端は図外のエアクリーナに接続され、下流端は吸気弁11aを介して燃焼室6に連通されている。吸気通路11には、エンジン1へ実際に吸入される吸入空気量 q_a を検出するホットワイヤ式エアフローセンサ12と、吸気通路11を絞るスロットル弁13と、サージタンク14と、コントロールユニット25からの燃料噴射信号を受けて燃料を噴射供給する燃料噴射弁15(インジェクタ)とが上流側から順に配設されている。

【0031】上記スロットル弁13上下流側の吸気通路11、11はバイパス通路17により接続され、このバイパス通路17には、コントロールユニット25からのISCバルブ駆動信号を受けて作動するアクチュエータ18により駆動されるISCバルブ19(アイドルスピードコントロールバルブ)が配設されており、このISCバルブ19の開度を制御することで、エンジン1のアイ

ドル回転数を制御するようになっている。

【0032】一方、21は上記燃焼室6内の排気ガスを排出する排気通路で、その上流端は排気弁21aを介して燃焼室6に連通されている。排気通路21の途中には、排気ガス中の酸素濃度を基に吸気の空燃比を検出する空燃比センサ22と、排気ガスを浄化する排気浄化装置23とが上流側から順に配設されている。上記空燃比センサ22は、その出力信号の大きさが空燃比の変化に応じて比例的に変化するリニアO₂センサで構成されている。

【0033】上記各燃料噴射弁15、点火コイル8及びISCバルブ19のアクチュエータ18はコントロールユニット25(詳しくはエンジンコントロールユニット)により制御されるようになっている。このコントロールユニット25には、上記エアフローセンサ12から出力される吸入空気量信号と、エンジン回転数 n_e の算出のために、エンジン1のクランク軸(図示せず)の回転角度に対応した上記ディストリビュータ9の回転を示すクランク角信号と、上記空燃比センサ22の出力信号と、エンジン1のシリンダブロック3におけるウォータ

ジャケット3aに臨設した水温センサ26からの水温信号と、上記スロットル弁の開度を検出するスロットルセンサ27からのスロットル開度信号とが少なくとも入力されている。

【0034】ここで、上記コントロールユニット25において、燃料噴射弁15への燃料噴射信号により燃料を噴射制御するときの信号処理動作について図2により説明する。すなわち、ステップS1で上記エアフローセンサ12で検出された吸入空気量 q_a を読み込み、ステップS2でエンジン回転数 n_e を読み込む。次のステップ

S3では、上記吸入空気量 q_a をエンジン回転数 n_e で割った後に定数 K を掛けて、本発明でいう「空気量」としての空気充填効率 $C_e (=K \times q_a / n_e)$ を算出し、ステップS4で、この充填効率 C_e と前回値 C_{e0} との比つまり充填効率 C_e の変化率に定数 K_r を掛けて予測係数 $\gamma (=K_r \times C_e / C_{e0})$ を算出する。次のステップS5で、今回算出した充填効率 C_e を前回値 C_{e0} として置き換えた後、ステップS6において今回の充填効率 C_e と所定の定数 K_c との大小を判定する。この判定が $C_e < K_c$ のYESのときには、エンジン1は低負荷域にあるとして、ステップS7に進み、上記予測係数 γ に今回の充填効率 C_e を掛けて予測充填効率 C_{ef} を求めた後、ステップS9に進む。一方、ステップS6の判定が $C_e \geq K_c$ のNOのときには、エンジン1は高負荷域にあると見做し、ステップS8に進んで上記今回の充填効率 C_e をそのまま予測充填効率 C_{ef} とした後、ステップS9に進む。このステップS9では、ステップS7、S8で得られた予測充填効率 C_{ef} に定数 K_f を掛けて燃料噴射信号のパルス幅 τ を演算し、しかる後、ステップS10において上記パルス幅 τ の燃料噴射信号を燃料噴射弁15に出力して燃料を噴射させる。

【0035】この実施例では、上記各フローのステップS1～S3及びエアフローセンサ12により、エアフローセンサ12にて吸気行程終了前に実測された吸入空気量 q_a に基づいて空気充填量 C_e を算出するようにした空気量検出手段32が構成されている。

【0036】また、ステップS4、S5、S7により、空気量検出手段32により吸気行程終了前に求められた空気充填効率 C_e の変化率から予測係数 γ を算出し、その予測係数 γ に基づいて吸気行程終了時の空気量としての予測充填効率 C_{ef} を予測演算するようにした空気量予測手段28が構成されている。

【0037】また、ステップS6により、エンジン1が高負荷域、つまり吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態にあることを検出するようにした負荷検出手段としての運転状態検出手段29が構成されている。

【0038】さらに、ステップS8により、上記運転状態検出手段29により、吸気脈動が所定値以上となるエンジン1の高負荷域が検出されたとき、上記空気量予測手段28による予測充填効率 C_{ef} (空気量)の予測演算を制限、具体的には禁止して、実測した吸入空気量 q_a から得られる空気充填効率 C_e を吸気行程終了時の予測充填効率 C_{ef} としてそのまま用いるようにした制限手段30が構成されている。

【0039】次に、上記実施例の作用について説明する。エンジン1の運転に伴い、その気筒2内の燃焼室6に吸入される吸入空気量 q_a が吸気行程終了前にエアフローセンサ12により検出され、この吸入空気量 q_a 及びエンジン回転数 n_e に基づいて空気充填効率 C_e が算出されるとともに、該空気充填効率 C_e とその前回値 C

e oとの比から予測係数 γ が算出される。そして、この空気充填効率 C_e と所定の定数 K_c との比較によりエンジン1の負荷状態が判定され、図3の左右両側にて示すように、スロットル弁13の開度が小さくて空気の充填効率 C_e が定数 K_c よりも小さいときには、エンジン1が吸気脈動の小さい低負荷域にあるとして、上記充填効率 C_e 、つまり吸気行程終了前にエアフローセンサ12により実測された吸入空気量 q_a からの充填効率 C_e の変化率に基づいて得られる予測係数 γ から吸気行程終了時の予測充填効率 C_{ef} が演算され、この予測充填効率 C_{ef} を基に燃料噴射信号のパルス幅 τ が演算されて、そのパルス幅 τ の燃料噴射信号の燃料噴射弁15への出力により燃料が噴射供給される。

【0040】これに対し、図3の左右中央にて示すように、スロットル開度が増大して上記充填効率 C_e が定数 K_c 以上にあるときには、エンジン1は吸気脈動の所定値以上となる高負荷域とされ、上記予測充填効率 C_{ef} の予測演算は行われず、今回算出された、実測吸入空気量 q_a に基づく空気充填効率 C_e がそのまま予測充填効率 C_{ef} として使用される。

【0041】したがって、こうして吸気脈動が大きくなるエンジン1の高負荷時には、吸気行程終了前の空気充填効率 C_e に基づいた吸気行程終了時の予測充填効率 C_{ef} の演算が禁止され、上記充填効率 C_e がそのまま予測充填効率 C_{ef} として使用されるので、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅されて予測充填効率 C_{ef} が大きく変化するのを防止できる。よって、エンジン1の負荷の増大に伴い、応答性の良いホットワイヤ式エアフローセンサ12によって吸気脈動が顕著に検出されたとしても、図3に示す如く、空燃比のふらつきを効果的に防止して空気の予測充填効率 C_{ef} を精度良く算出でき、延いてはエンジン1のエミッション性能を向上させることができる。

【0042】（実施例2）図5は本発明の実施例2を示し（尚、以下の各実施例では図4と同じ部分については同じ符号を付してその詳細な説明は省略する）、上記実施例1ではエンジン1の負荷が大きいときには、予測充填効率 C_{ef} の予測演算自体を禁止するようにしているのに対し、その予測演算に使用する予測係数 γ を低負荷域に比べて変更するようにしたものである。

【0043】具体的には、この実施例では、基本的な構成は実施例1と同様であり（図4参照）、コントロールユニット25において燃料噴射弁15へ燃料噴射信号を出力して燃料噴射量を制御するときの信号処理動作が異なる。

【0044】そして、図5に示すステップT1～T3は実施例1のステップS1～S3と、またステップT9、T10は同ステップS9、S10とそれぞれ同じであり、ステップT4～T8が変化している。すなわち、ステップT3で空気充填効率 C_e を算出した後、ステップ

T4において、この今回の充填効率 C_e と所定の定数 K_c との大きさを判定する。この判定が $C_e < K_c$ のYESのときには、エンジン1は吸気脈動が小さい低負荷域にあるとして、ステップT5に進み、今回の充填効率 C_e と前回値 C_{eo} との比に定数 $K_{\gamma 1}$ を掛けて予測係数 $\gamma_1 (=K_{\gamma 1} \times C_e / C_{eo})$ を算出した後、ステップT7に進む。一方、ステップT4の判定が $C_e \geq K_c$ のNOのときには、エンジン1は吸気脈動が所定値以上となる高負荷域にあると見做し、ステップT6に進んで、今回の充填効率 C_e と前回値 C_{eo} との比に上記定数 $K_{\gamma 1}$ よりも小さい定数 $K_{\gamma 2}$ ($< K_{\gamma 1}$) を掛けて予測係数 $\gamma_2 (=K_{\gamma 2} \times C_e / C_{eo})$ を算出した後、ステップT7に進む。このステップT7では、今回算出した充填効率 C_e を前回値 C_{eo} として置き換えた後、ステップT8に進む。

【0045】この実施例では、上記各フローのステップT1～T3により空気量検出手段32が、またステップT5、T7、T8により空気量予測手段28が、さらにステップT4により運転状態検出手段29がそれぞれ構成されている。

【0046】また、ステップT6により、上記運転状態検出手段29にて、吸気脈動が所定値以上となるエンジン1の高負荷域が検出されたとき、上記空気量予測手段28による予測充填効率 C_{ef} （空気量）の予測演算を制限、具体的には充填効率 C_e の変化率から算出される予測係数 γ_2 をエンジン1の低負荷域の予測係数 γ_1 よりも小さく補正して予測充填効率 C_{ef} を演算するようにした制限手段30が構成されている。

【0047】したがって、この実施例においては、エンジン1が吸気脈動の大きくなる高負荷域にあるとき、エアフローセンサ12により検出された実測の吸入空気量 q_a に基づく空気充填効率 C_e の変化率から算出される予測係数 γ_2 が、エンジン1の低負荷域で同様に算出される予測係数 γ_1 よりも小さくなる。このため、エンジン1の高負荷域では低負荷域に比べ、予測演算によって吸気脈動が増幅され難くなる。よって、実施例1と同様に、空気充填効率 C_{ef} の予測を精度良く行うことができ、空燃比のずれを確実に抑制してエンジン1のエミッション性能を向上させることができる。

【0048】（実施例3）図6は実施例3を示し、上記各実施例ではエンジン1の負荷が大きいときには予測充填効率 C_{ef} の予測演算を制限するようにしているのに対し、予測充填効率 C_{ef} の演算は常時行い、その代わり、その演算された予測充填効率 C_{ef} をエンジン1の高負荷域では燃料噴射量の決定のために使用しないようにしたものである。

【0049】この実施例でも基本的な構成は実施例1と同様である（図4参照）。また、コントロールユニット25において燃料噴射弁15へ燃料噴射信号を出力して燃料噴射量を制御するときの信号処理動作は図6に示す

とおりであり、そのうち、ステップU1～U5は実施例1のステップS1～S5と、またステップU10、U11は同ステップS9、S10とそれぞれ同じであり、ステップU6～U9が異なっている。

【0050】すなわち、ステップU5で、今回算出した空気の充填効率 C_e を前回値 C_{eo} として置き換えた後、ステップU6に進み、ステップU4で算出した予測係数 γ に今回の充填効率 C_e を掛けて予測充填効率 C_{ef} を求め、次いで、ステップU7において今回の充填効率 C_e と所定の定数 K_c との大小を判定する。この判定が $C_e < K_c$ のYESのときには、エンジン1は低負荷域にあるとして、ステップU8に進み、上記ステップU6で算出した予測充填効率 C_{ef} をそのまま使用するようにした後、ステップU10に進む。一方、ステップU7の判定が $C_e \geq K_c$ のNOのときには、エンジン1は高負荷域にあると見做し、ステップU9に進んで上記今回の充填効率 C_e を予測充填効率 C_{ef} とした後、ステップU10に進む。

【0051】この実施例では、上記各フローのステップU1～U3により空気量検出手段32が、またステップU4～U6により空気量予測手段28が、さらにステップU7により運転状態検出手段29がそれぞれ構成されている。

【0052】また、ステップU8、U10、U11により、空気量予測手段28により予測された予測充填効率 C_{ef} （空気量）に基づいてエンジン1への燃料噴射量に対応する燃料噴射信号のパルス幅 τ を制御する制御手段31が構成されている。

【0053】また、ステップU9により、上記運転状態検出手段29によりエンジン1の高負荷域が検出されたとき、上記制御手段31が空気量予測手段28により予測された吸気充填量 C_{ef} に基づいて燃料噴射信号のパルス幅 τ を制御することを禁止するようにした制限手段30が構成されている。

【0054】したがって、この実施例においては、エンジン1が運転状態にあると、上記と同様に、その気筒2の吸気行程終了前にエアフローセンサ12により実測された吸入空気量 q_a からの空気充填効率 C_e の変化率に基づいて吸気行程終了時の予測充填効率 C_{ef} が演算される。そして、エンジン1が吸気脈動の小さい低負荷域にあるときには、上記演算された予測充填効率 C_{ef} に基づいてエンジン1の燃料噴射信号のパルス幅 τ が制御される。

【0055】しかし、エンジン1が高負荷域にあって吸気脈動が大きくなると、上記演算された予測充填効率 C_{ef} に基づいて燃料噴射信号のパルス幅 τ を制御することは禁止され、今回算出された充填効率 C_e が使用されてパルス幅 τ が制御される。すなわち、吸気脈動が大きくなるエンジン1の高負荷時には、吸気行程終了前の空気充填効率 C_e に基づく吸気行程終了時の充填効率 C_e

f の予測演算は通常どおり実行されるが、その予測充填効率 C_{ef} を使用することは禁止されるので、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅された予測充填効率 C_{ef} の使用により燃料噴射信号のパルス幅 τ つまり燃料噴射量が大きく変化するのを防止でき、実施例1、2と同様の作用効果が得られる。

【0056】尚、以上の各実施例1～3においては、空気の予測充填効率 C_{ef} を、燃料噴射信号のパルス幅 τ を演算して燃料噴射量を求めるために使用しているが、この予測充填効率 C_{ef} を燃料噴射量以外の他の制御量、例えばエンジン1の点火時期を制御するために使用するようにしてもよい。

【0057】（実施例4）図7～図13は実施例4を示し、上記各実施例では、エンジン1が高負荷域になると、その時点から直ちに予測充填効率の予測演算を制限するようにしているのに対し、高負荷域への移行時点から所定時間の経過を待って予測演算の制限を実行するようにしたものである。

【0058】この実施例では、コントロールユニット25の信号処理動作は図7～図9に示すとおりである。まず、ステップV1でエアフローセンサ12により検出された吸入空気量 g_{at} を読み込み、ステップV2でエンジン回転数 n_e を読み込む。次のステップV3では、吸入空気量の正味体積効率 v_e （後述するステップV16にて求められる）が所定の定数 k_1 よりも小さいかどうかを判定する。この判定が $v_e < k_1$ のYESのときには、ステップV4において判定フラグ x_{finh} を $x_{finh} = 0$ にセットした後、ステップV7に進む。上記判定フラグ x_{finh} は、後述の熱応答補正と吸気充填効率の予測演算とを共に禁止するか否かを識別するもので、 $x_{finh} = 1$ のときに禁止を実行し、 $x_{finh} = 0$ のときに禁止を行わないように設定される。

【0059】一方、上記ステップV3で $v_e \geq k_1$ のNOと判定されると、ステップV5に進み、上記判定フラグ x_{finh} が $x_{finh} = 0$ 、つまりエンジン1が初めて高負荷域になったかどうかを判定する。この判定が $x_{finh} = 0$ のYESのときには、過渡判定係数 d_{veacc} （後述のステップV14にて求められる）が所定の定数 k_2 よりも大きいかどうかを判定し、この判定が $d_{veacc} > k_2$ のYESのときには上記ステップV7に進む。このステップV7では、熱応答補正空気量 g_{at0} を求め、しかる後にステップV10に進む。この熱応答補正空気量 g_{at0} は、ホットワイヤ式のエアフローセンサ12自体の熱容量によりその出力信号に応答遅れが生じるので、この遅れを補償するためにエアフローセンサ12の出力値について実際の吸入空気量 g_{at} との差分を埋める補正を行ったものであり、ここでは、前回の吸入空気量を g_{atb} 、所定定数を k_A （ $0 < k_A < 1$ ）として式

$$g_{at0} = (g_{at} - k_A \times g_{atb}) / (1 - k_A)$$

1)

により求められる。

【0060】上記ステップV5の判定が $xfinh=1$ のNOのとき、或いはステップV6の判定が $dveacc \leq k2$ のNOのときには何れもステップV8に進み、判定フラグ $xfinh$ を $xfinh=1$ にし、ステップV9で熱応答補正空気量 $gat0$ を吸入空気量 gat そのものとした後、上記ステップV10に進む。

【0061】上記ステップV10では、今回の吸入空気量 gat を前回値 $gatb$ としてストアし、次のステップV11で、上記ステップV7、V9で求められた熱応答補正空気量 $gat0$ とエンジン回転数 ne とに基づき見掛け体積効率 $ve0$ を式

$$ve0 = kG1 \times (gat0 / ne)$$

により演算する。ここで $kG1$ は係数で、吸入空気温度が高いほど、また大気圧が低いほどそれぞれ大きい値となる。尚、この係数に代えて所定の定数を用いてもよい。

【0062】この後、ステップV12において、予めエンジン回転数 ne の関数として設定されている過渡補正係数 $kcca = f1(ne)$ を演算する。この過渡補正係数 $kcca$ は、図10に示す如く、エンジン回転数 ne の増大に応じて $kcca=1.0$ から次第に減少するように設定されている。

【0063】次いで、ステップV13に進み、上記見掛け体積効率 $ve0$ 及び過渡補正係数 $kcca$ を基にして過渡補正体積効率 $vecca$ を式

$$vecca = kcca \times vecca + (1 - kcca) \times ve0$$

により演算し、ステップV14では、上記見掛け体積効率 $ve0$ 及び過渡補正体積効率 $vecca$ から過渡判定係数 $dveacc$ を式

$$dveacc = (ve0 - vecca) / vecca$$

により求める。

【0064】次のステップV15では、図11に示すように予めエンジン回転数 ne 及び上記過渡補正体積効率 $vecca$ の関数として設定されている補正マップに基づき体積効率補正係数 $Cve = f2(ne, vecca)$ を演算する。この体積効率補正係数 Cve は、エンジン1やエアフローセンサ12のばらつきを吸収する狙いで定常時の正味体積効率 ve の誤差補正を行うためのものである。この後、ステップV16において、上記体積効率補正係数 Cve と過渡補正体積効率 $vecca$ とを掛け合わせて正味体積効率 $ve = Cve \times vecca$ を算出する。

【0065】次のステップV17では、上記判定フラグ $xfinh$ が $xfinh=0$ か否かを判定する。この判定が $xfinh=0$ のYESのときには、ステップV18に進み、上記過渡補正体積効率 $vecca$ 及びその前回値 $veccab$ 、定数 kF 並びにエンジン回転数 ne

から充填効率予測係数 $rvef$ を式

$$rvef = (vecca / veccab)^{(kF / ne)}$$

により演算した後、ステップV20に進む。例えば $kF=2000$ 、 $ne=1000$ であるとき、 $rvef = (vecca / veccab)^2$ となる。一方、ステップV17で $xfinh=1$ のNOと判定されると、ステップV19において充填効率予測係数 $rvef$ を $rvef=1.0$ に固定した後、ステップV20に進む。

【0066】上記ステップV20では、今回の過渡補正体積効率 $vecca$ を前回値 $veccab$ としてストアし、次のステップV21で、上記過渡補正体積効率 $vecca$ とステップV18、V19で求められた充填効率予測係数 $rvef$ とを掛け合わせて過渡補正後予測体積効率 $veccaf = rvef \times vecca$ を演算する。次いで、ステップV22では、予めエンジン回転数 ne 及び過渡補正後予測体積効率 $veccaf$ の関数として設定されているマップに基づき体積効率補正係数 $Cvef = f2(ne, veccaf)$ を演算する。この体積効率補正係数 $Cvef$ は、上記ステップV15で演算される体積効率補正係数 Cve と同じ目的を持つもので、マップも図11に示すものにおいて一方のパラメータが過渡補正体積効率 $vecca$ から同体積効率 $veccaf$ に変わっただけのものである。

【0067】次のステップV23では、上記体積効率補正係数 $Cvef$ と過渡補正後予測体積効率 $veccaf$ との乗算により正味予測体積効率 $vef = Cvef \times veccaf$ を求める。次いで、ステップV24に進み、上記正味体積効率 ve と係数 $kG2$ との積として充填効率 $Ce = kG2 \times ve$ を算出する。ここで係数 $kG2$ は、吸入空気温度が高いほど、また大気圧が低いほどそれぞれ小さい値となる。この係数に代えて定数を用いることも可能である。

【0068】次いで、ステップV25において、上記正味予測体積効率 vef と係数 $kG2$ との積により予測充填効率 $Cef = kG2 \times vef$ を算出し、ステップV26では、この予測充填効率 Cef に定数 kT を掛けて噴射パルス幅 $ta = kT \times Cef$ を求める。

【0069】この後、ステップV27において、図12に示す如く予めエンジン回転数 ne 及び充填効率 Ce の関数として設定されている点火時期マップに基づき点火時期 $thtig = f3(ne, Ce)$ を演算する。次のステップV28では、上記ステップV26で求められた噴射パルス幅 ta で燃料噴射弁15から燃料を噴射させ、ステップV29では、ステップV27で演算された点火時期 $thtig$ の点火信号を点火プラグ7に出力し、以上で制御を終了する。

【0070】この実施例では、ステップV1、V2、V11により、エアフローセンサ12にて吸気行程終了前に実測された吸入空気量 gat に基づいて吸入空気量としての見掛け体積効率 $ve0$ を算出するようにした空気

量検出手段 3 2 が構成されている。

【 0 0 7 1 】 また、ステップ V 1 8 ~ V 2 5 により、吸気行程終了前に空気量検出手段 3 2 により算出された見掛け体積効率 v_{e0} に基づく過渡補正体積効率 v_{ecc} の変化率から予測係数 γ_{vef} を算出し、その予測係数 γ_{vef} を基に吸気行程終了時の空気量としての予測充填効率 C_{ef} を予測演算するようにした空気量予測手段 2 8 が構成されている。

【 0 0 7 2 】 また、ステップ V 3 により、エンジン 1 が高負荷域、つまり吸気脈動が所定値以上となるエンジン 10 運転状態にあることを検出するようにした負荷検出手段としての運転状態検出手段 2 9 が構成されている。

【 0 0 7 3 】 さらに、ステップ V 5 ~ V 9, V 1 3, V 1 4, V 1 8, V 1 9 により制限手段 3 0 が構成され、この制限手段 3 0 により、吸気脈動が所定値以上となるエンジン 1 の高負荷域が上記運転状態検出手段 2 9 にて検出されたとき、その検出時点から所定時間が経過するまで、つまり空気量検出手段 3 2 により検出された空気量としての見掛け体積効率 v_{e0} と、その体積効率 v_{e0} をエンジン 1 の吸気系の容積に関連付けてなまし補正したなまし空気量としての過渡補正体積効率 v_{ecc} との差に対応する過渡判定係数 d_{veacc} が定数 k_2 (所定値) よりも大きい間は、予測充填効率 C_{ef} の演算及び熱応答補正をそのまま継続して行い、上記過渡判定係数 d_{veacc} が定数 k_2 以下になって、検出時点から所定時間が経過すると、その後、予測充填効率 C_{ef} の演算及び熱応答補正を制限するようになされている。

【 0 0 7 4 】 したがって、この実施例の場合、図 1 3 に示すように、吸気脈動が所定値以上となるエンジン 1 の高負荷域が検出されると、上記実施例 1 のように、その検出時点から直ちに空気量の予測演算が制限されず (この検出時点から直ちに熱応答補正及び空気量の予測演算を制限した状態を図 1 3 (d) ~ (f) に示している)、図 1 3 (g) ~ (j) に示す如く、見掛け体積効率 v_{e0} とエンジン 1 の吸気系の容積を考慮したなまし空気量としての過渡補正体積効率 v_{ecc} との差に対応する過渡判定係数 d_{veacc} が定数 k_2 よりも大きい間は、空気量の予測演算及び熱応答補正の各制御がそのまま低負荷時と同様に継続して行われる。そして、その後、上記過渡判定係数 d_{veacc} が定数 k_2 以下になって、検出時点から所定時間が経過すると、空気量の予測演算及び熱応答補正の各制御が制限される。このため、例えばエンジン 1 の加速時に負荷が増大するときにおいて、予測充填効率 C_{ef} に基づいて演算される燃料噴射のパルス幅 t_a が上記予測制限の実行に伴って急激に減少変化することはなく、エンジン 1 の出力の急低下を回避して加速時の失速感を防止することができる利点がある。

【 0 0 7 5 】 尚、この実施例では、エンジン 1 の高負荷

時の検出時点から見掛け体積効率 v_{e0} と過渡補正体積効率 v_{ecc} との差に対応する過渡判定係数 d_{veacc} が定数 k_2 以下になったときに空気量の予測演算及び熱応答補正の各制御を制限するようにしているが、検出時点からの経過時間をタイマでカウントし、このカウント値が所定値になると、空気量の予測演算及び熱応答補正の各制御を制限するようにしてもよい。

【 0 0 7 6 】 また、上記実施例 3 と同様に、エンジン 1 の高負荷域の検出時点から所定時間が経過した後、制御量の制御を禁止するようにすることもできる。

【 0 0 7 7 】

【発明の効果】 以上説明した如く、請求項 1 の発明によると、エンジンの吸気行程終了前に空気量検出手段により実測した空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を予測演算する場合に、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では上記空気量の予測演算を制限するようにしたことにより、この吸気脈動の大きくなるエンジンの運転時、予測演算の実行に伴う吸気脈動の増幅により空気量の予測値が大きく変化するのを防止でき、空燃比のずれ等の抑制を有効に図ることができる。

【 0 0 7 8 】 請求項 2 の発明によれば、エンジンの吸気脈動が所定値以上となる運転時には空気量の予測演算を禁止するようにしたことにより、空気量の予測値の変化を確実に防止することができる。

【 0 0 7 9 】 請求項 3 の発明によれば、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態では、吸気行程終了前に実測された空気量の変化率を基に吸気行程終了時の空気量を演算するに当たり使用する予測係数を、吸気脈動が所定値よりも小さいエンジン運転状態のそれよりも小さく補正するようにしたことにより、エンジンの高負荷域では低負荷域に比べ、予測演算によって吸気脈動を増幅し難くでき、空気量の予測値が大きく変化するのを防止できる。

【 0 0 8 0 】 請求項 4 の発明によると、エンジンの吸気行程終了前に空気量検出手段により実測した空気量の変化率に基づいて吸気行程終了時の空気量を予測演算し、その予測された空気量に基づいて所定の制御量を制御する場合に、吸気脈動の大きくなるエンジンの運転時には、上記予測演算された空気量の使用を禁止するようにしたことにより、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅された予測値を使用したときに制御量が大きく変化するのを防止でき、空燃比のずれ等の抑制を有効に図ることができる。

【 0 0 8 1 】 請求項 5 の発明によれば、予測された空気量に基づいてエンジンへの燃料噴射量を制御量として制御するようにしたことにより、燃料噴射量を精度良く算出して空燃比のふらつきを防止でき、エンジンのエミッション性能の向上を図ることができる。

【 0 0 8 2 】 請求項 6 の発明では、空気量検出手段は、応答性の良いホットワイヤ式エアフローセンサを備えた

ものとしたことにより、このエアフローセンサにより吸気脈動が顕著に検出されたとしても、その吸気脈動の増幅を効果的に防止して上記効果を有効に奏することができる。

【0083】請求項7の発明によると、上記吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態をその高負荷域としたことにより、エンジンの高負荷域で空気量の予測演算を制限し、又は制御量の制御を禁止でき、吸気脈動が大きくなるエンジンの高負荷時に、予測演算の実行に伴い吸気脈動が増幅されて空気量の予測値が大きく変化したり、或いは吸気脈動が増幅された予測値の使用により制御量が大きく変化したりするのを防止できる。

【0084】請求項8の発明によると、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が検出されると、その検出時点から所定時間が経過した後に、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するようにしたことにより、例えば空気量に基づいて燃料噴射量等を制御する場合に、空気量の予測演算の制限に伴って燃料噴射量等が急激に変化するのを防ぎ、エンジン出力等の急変を回避して違和感の防止を図ることができる。

【0085】請求項9の発明によると、吸気脈動が所定値以上となるエンジン運転状態が検出されたとき、検出された空気量と、それをエンジンの吸気系の容積を考慮して補正したなまし空気量との差が所定値以下になると、空気量の予測演算を制限し又は制御量の制御を禁止するようにしたことにより、上記エンジン出力等の急変を回避して違和感を防止する効果が精度よく得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例1のコントロールユニットで燃料噴射制御のために行われる処理動作を示すフローチャート図である。

【図3】実施例1における各種状態量の変化を示すタイムチャート図である。

【図4】実施例1の全体構成図である。

【図5】本発明の実施例2を示す図2相当図である。

【図6】実施例3を示す図2相当図である。

【図7】実施例4のコントロールユニットでの処理動作の前部を示すフローチャート図である。

【図8】コントロールユニットでの処理動作の中間部を示すフローチャート図である。

【図9】コントロールユニットでの処理動作の後部を示すフローチャート図である。

【図10】エンジン回転数に応じた過渡補正係数の特性を示す図である。

【図11】体積効率補正係数のマップを例示する図である。

【図12】点火時期マップを例示する図である。

【図13】実施例4における各種状態量の変化を示すタイムチャート図である。

【符号の説明】

1 エンジン

2 気筒

11 吸気通路

12 エアフローセンサ

20 15 燃料噴射弁

25 コントロールユニット

28 空気量予測手段

29 運転状態検出手段

30 制限手段

31 制御手段

32 空気量検出手段

Ce 空気充填効率

$\gamma, \gamma 1, \gamma 2, \gamma v e f$ 予測係数

Cef 予測充填効率

30 qa, gat 吸入空気量

ne エンジン回転数

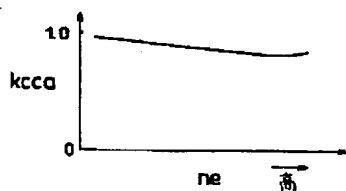
ve0 見掛け体積効率

vecca 過渡補正体積効率

k2 定数

dveacc 過渡判定係数

【図10】



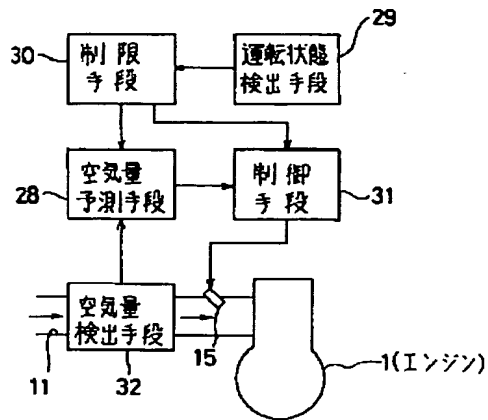
【図11】

vecca	ne				
	1000	2000	3000	4000	----
	0.125	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.25	1.0	0.98	0.98	0.99
	0.375	0.98	0.98	0.99	0.99
	0.5	0.97	0.98	0.99	0.98

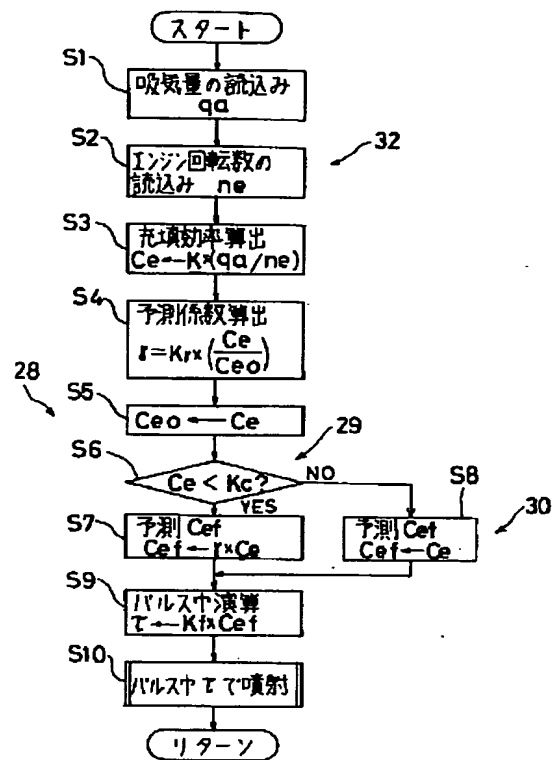
【図12】

ce	ne				
	1000	2000	3000	4000	
	0.0	6	8	10	15
	0.25	10	12	14	18
	0.5	12	11	13	15
	0.75	10	11	12	13

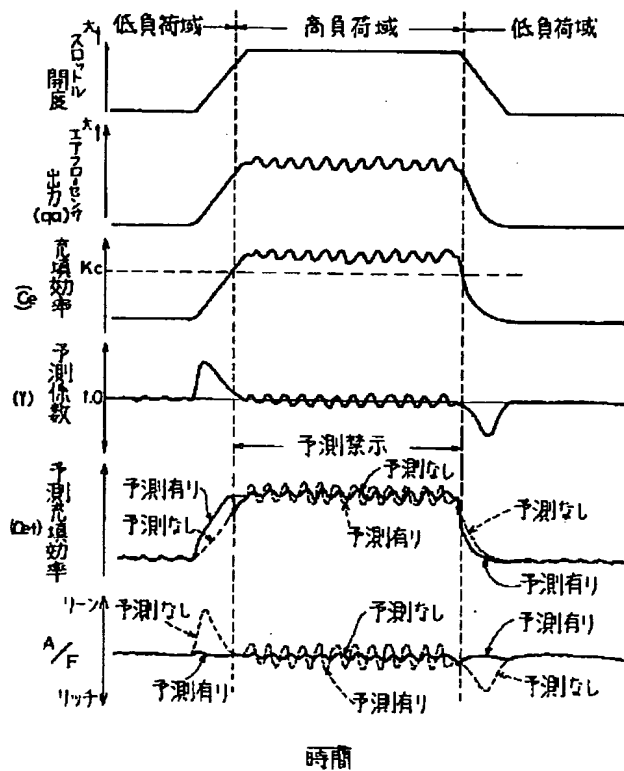
【図 1】



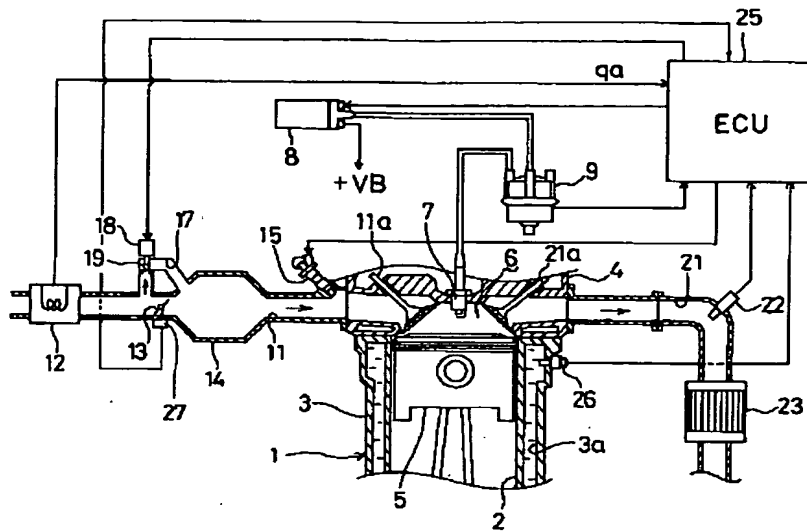
【図 2】



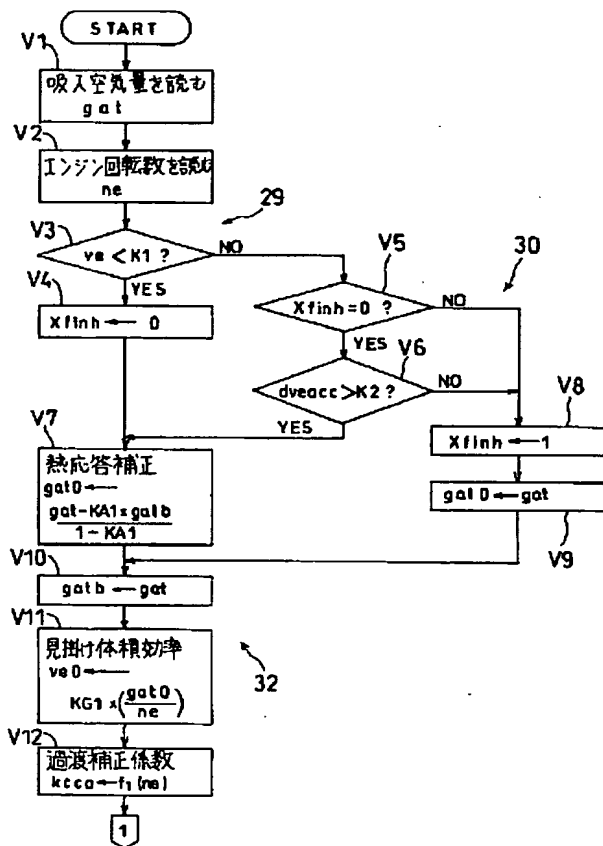
【図 3】



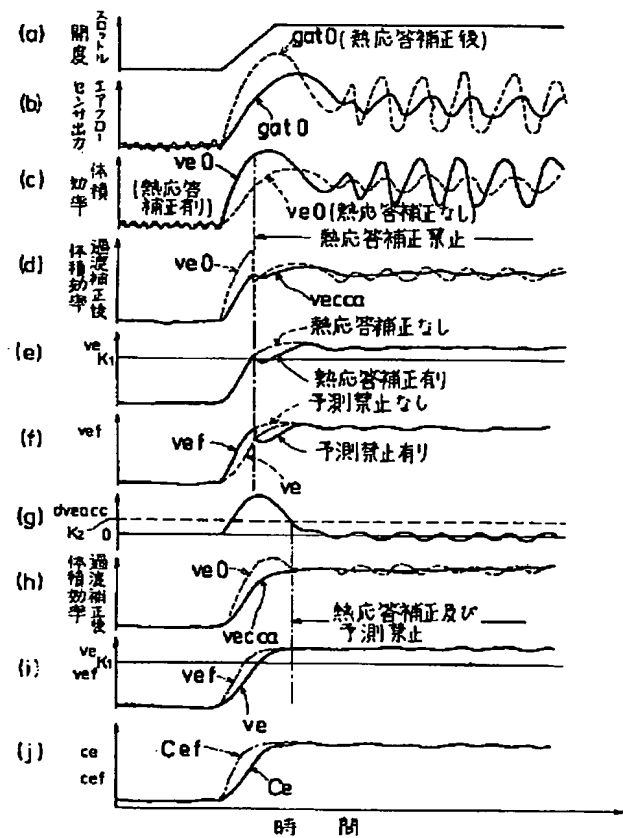
【図 4】



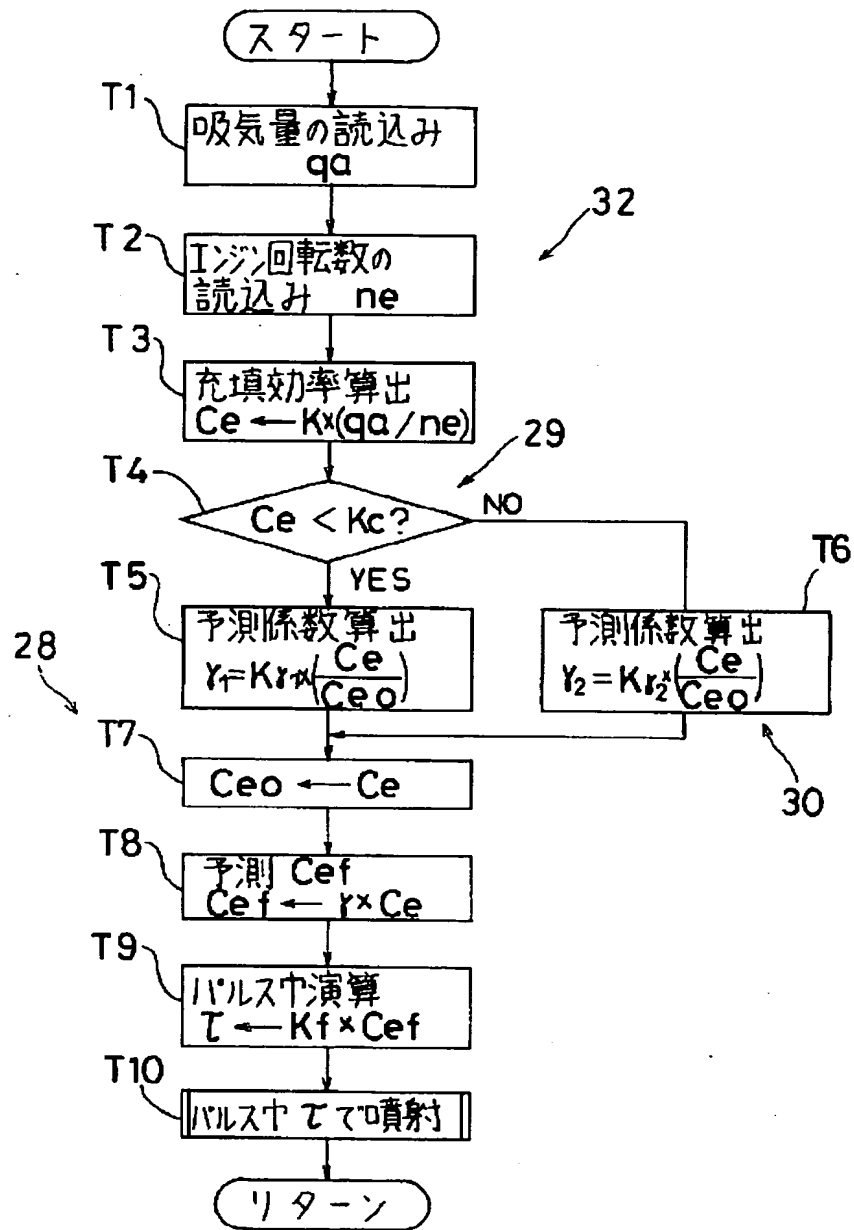
【図 7】



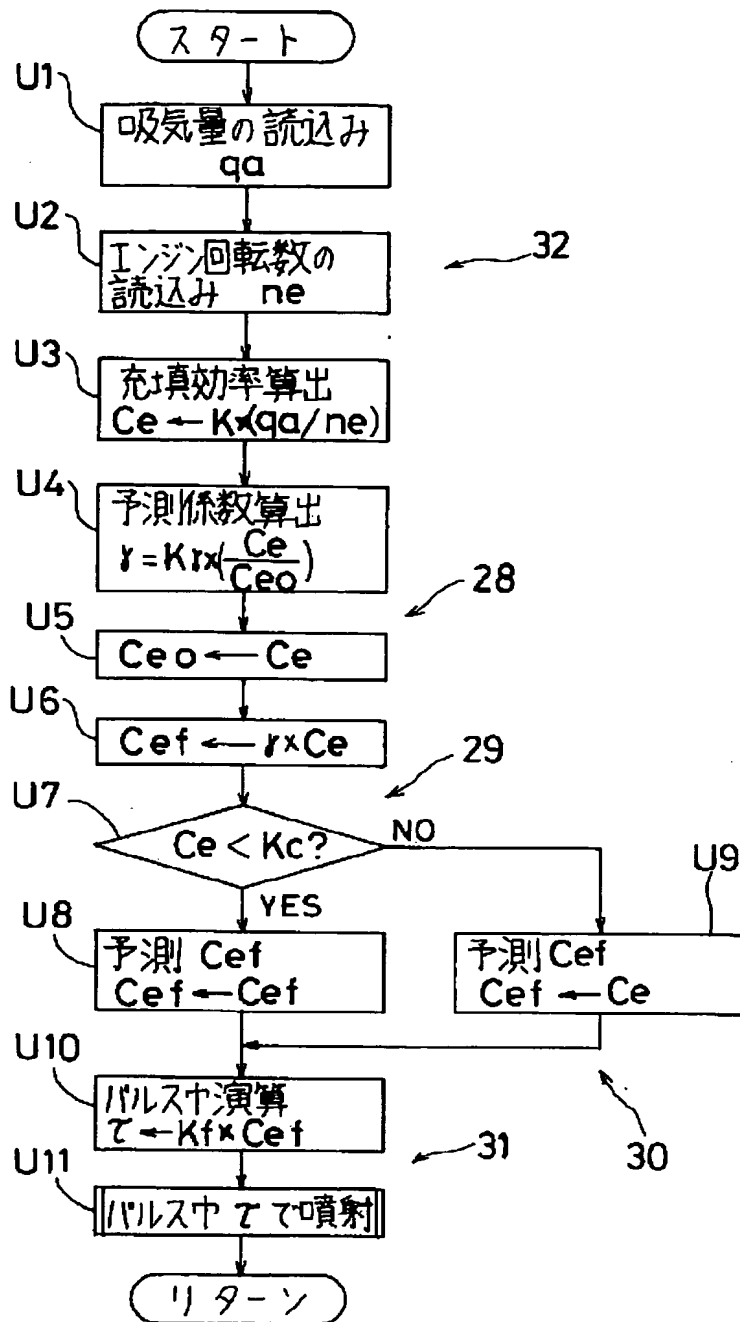
【図 13】



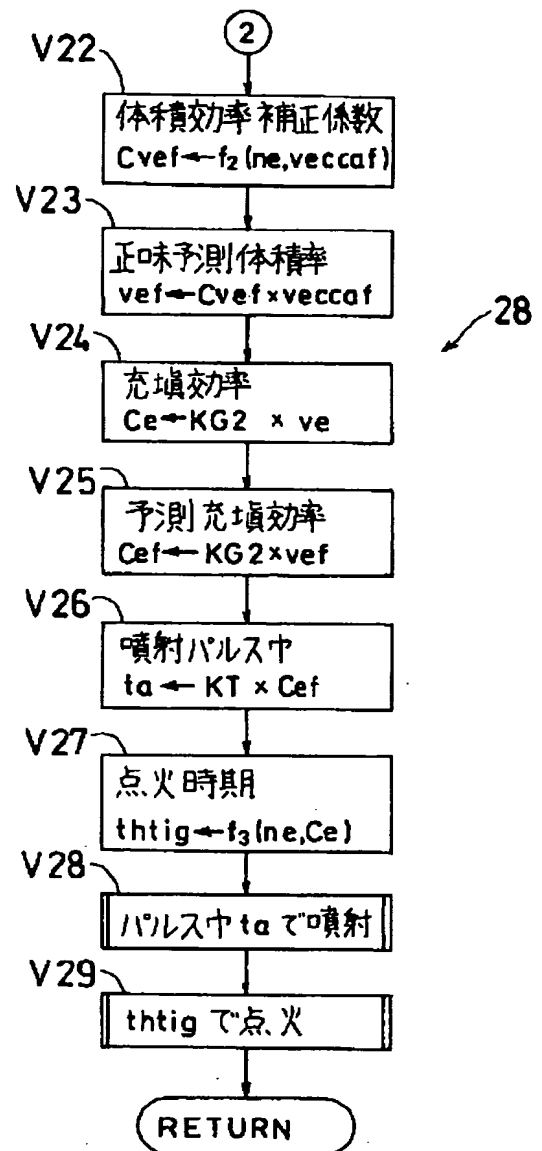
【図 5】



【図 6】



【図 9】



【図 8】

